SMED Rapport Nr 9 2023

Verktyg för beräkning av resors klimatpåverkan

Användning, metod och beräkningsförutsättningar

Uppdaterad Version 2023

Tomas Wisell, IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Avtal: 250-23-001

På uppdrag av Naturvårdsverket

Publicering: www.smed.se

Utgivare: Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut

Adress: 601 76 Norrköping

Startår: 2006

ISSN: 1653-8102

SMED utgör en förkortning för Svenska MiljöEmissionsData, som är ett samarbete mellan IVL Svenska Miljöinstitutet, Statistikmyndigheten SCB, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI). Samarbetet inom SMED inleddes 2001 med syftet att långsiktigt samla och utveckla den svenska kompetensen inom emissionsstatistik kopplat till åtgärdsarbete. På uppdrag av Naturvårdsverket samt Havs- och vattenmyndigheten säkerställer SMED framtagandet av underlag till Sveriges internationella rapportering avseende utsläpp till luft och vatten, avfall, farliga ämnen, buller samt åtgärder. Syftet med SMED-samarbetet är främst att utveckla och driva nationella emissionsdatabaser, samt att tillhandahålla olika tjänster relaterade till dessa för nationella, regionala och lokala myndigheter. Mer information finns på SMED:s webbplats www.smed.se.

Innehållsförteckning

SUMMARY 5

SAMMANFATTNING 7

INLEDNING 9

UPPDATERINGAR I 2023 ÅRS VERKTYG 10

BAKGRUND 11

SYFTE 12

VERKTYGETS ANVÄNDNING 13

Omfattning 13

Användarinstruktioner 14

METOD 15

Allmänt 15

Framtagande av bränslen (flytande och gas) 15

Elleverans 16

Framdrivning med el 16

Allmänt om emissionsfaktorer för elkraft 16

Vägtrafik 17

Bränslen 17

Drivmedelsåtgång 17

Fordonskilometrar 18

Taxi 18

Bussar i kollektivtrafik 19

Spårtrafik 20

Tåg 20

Spårvagn 22

Tunnelbana 22

Sjötransport 22

Allmänt 22

Färjor i utrikes trafik 23

Färjor i inrikes trafik 24
Beräkningsmetodik för utrikes och inrikes trafik 24
Kollektivtrafikfärjor 25
Arbetsmaskiner 26
Flyg 26
Klimatpåverkan 28
REKOMMENDATIONER **29**
REFERENSER **30**

Summary

SMED stands for Svenska MiljöEmissionsData, a collaboration between IVL, SCB, SLU, and SMHI. On behalf of the Swedish Environmental Protection Agency (Naturvårdsverket), SMED has updated and further developed an Excel tool that can be used by government agencies to calculate emission of carbon dioxide and climate gases from business travel and other use of vehicles and machinery.

The purpose of this task was to meet the requirements of the Regulation (2009:907) on Environmental Management in Government Agencies, as well as to be used as a general tool to calculate the climate emissions of agency transportation/vehicle and machinery use. The tool in its early form included only carbon dioxide emissions, not other greenhouse gases, during transportation/use and did not account for related indirect emissions, such as emissions during the production of fuel or the vehicle. In 2018, the tool was further developed, including changes in categories and interfaces to better describe the current transportation situation. More climate gases were included (methane and nitrous oxide), and emission values to produce fuels were added. Additionally, the high-altitude effect for aviation was included in the climate impact value. From 2019 to 2022, a simpler update and minor development of the tool took place.

In the 2023 version of the tool, some new categories for emission calculations have been added, such as diesel trains in Europe, as well as the flight routes Stockholm-Visby and Stockholm-Umeå.

In the 2023 version of the tool, most emission values for road traffic are significantly lower (about 2-20%) than in the 2022 version, reflecting continued electrification and an increased share of biofuels in diesel and gasoline. For taxis, values have decreased by 10-20% per kilometer, explained by an increased number of electric cars in the fleet. At the same time, emissions per unit of currency increase in Stockholm, attributed to lower prices in the city center.

For buses in public transportation, emissions per passenger-kilometer decreased significantly, on average for the whole of Sweden by 38%. This reflects a rapid change towards increasing fossil-free fuels and electrification. In a few counties, emissions increase, especially in Gothenburg (+42%), due to a return to fossil diesel and decreased use of HVO. For public transportation buses, emission values can change significantly between two years, reflecting rapid changes in bus fleets, fuel combinations, and occupancy rates in each region.

For rail traffic, emissions are generally lower than the previous year (about 20%), but the differences vary by about +/- 60%. Changes can be attributed to changes in energy use and occupancy, especially for trams, after the pandemic has subsided. For aviation, emissions decrease relatively significantly for most flight routes (0-40%) based on data from ICAO's tool and previous calculations. This can be explained by higher occupancy after the pandemic. The exception is Malmö – Östersund, which increases significantly for unknown reasons.

SMED refrains from providing specific recommendations for the tool's future improvement and development as the Regulation (2009:907) on Environmental Management in Government Agencies is under review. SMED intends to return with suggestions on how the tool can be developed once any new regulation is decided.

The updates made in this work are considered sufficient for the tool to maintain a generally good quality for emission calculations in the year 2023.

Sammanfattning

SMED utgör en förkortning för Svenska MiljöEmissionsData, som är ett samarbete mellan IVL, SCB, SLU och SMHI.

SMED har på uppdrag av Naturvårdsverket uppdaterat och vidareutvecklat ett Excel-verktyg som kan användas av statliga myndigheter för att beräkna utsläpp av koldioxidutsläpp och klimatgaser från resor i tjänsten och annan användning av färdmedel och maskiner.

Detta uppdrag hade dels syftet att uppfylla kraven i Förordning (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter, dels att kunna användas som ett allmänt verktyg för att beräkna klimatutsläpp från myndighetens transporter/användning av färdmedel och maskiner.

Verktyget i sin tidiga form innehöll endast koldioxidutsläpp, och inte andra klimatgaser, under själva transporten/användningen, och tog heller inte hänsyn till indirekta utsläpp relaterade till transporten/användning, som till exempel utsläpp under produktion av bränslet eller transportmedlet. År 2018 utvecklades och uppdaterades verktyget mer omfattande och bland annat kategorier och gränssnitt ändrades för att bättre beskriva dagens transportsituation. Fler klimatgaser inkluderades (metan och lustgas), och utsläppsvärden för framtagande av bränslen inkluderades. Dessutom togs höghöjdseffekten för flyget med i värdet för klimatpåverkan. Under åren 2019–2022 genomfördes en enklare uppdatering och mindre utveckling av verktyget.

I verktyget 2023 har det tillkommit några nya kategorier för beräkning av utsläpp, till exempel Dieseltåg i Europa samt flyglinjerna Stockholm-Visby och Stockholm-Umeå.

De flesta utsläppsvärdena för vägtrafiken är betydligt lägre 2023 (ca 2–20 %) än i 2022 års verktyg, vilket speglar fortsatt elektrifiering och ökad bioandel i diesel och bensin. För taxi har värdena minskat med 10–20 % per kilometer, vilket förklaras med fler elbilar i flottan. Samtidigt ökar utsläppen per krona räknat i Stockholm, vilket förklaras av lägre priser i innerstan.

För bussar i kollektivtrafiken sjönk utsläppen kraftigt per personkilometer, i medel för hela Sverige med 38%. Detta speglar en fortsatt snabb förändring med ökad användning av fossilfria bränslen och elektrifiering. I några få län ökar utsläppen, särskilt Göteborg (+ 42 %) till följd av en tillbakagång till fossil diesel och minskat användning av HVO. För kollektivtrafikens bussar kan utsläppsvärden förändras mycket mellan två år, vilket speglar de snabba förändringarna i bussflottorna, bränslekombinationer och beläggningsgrad i varje region.

För spårbunden trafik ligger utsläppen generellt på lägre nivå än året innan (ca 20 %), men skillnaderna varierar dock mellan ca +/- 60 %. Förändringarna kan hänföras till förändringar i energianvändning och beläggning för framför allt spårvagnar efter att pandemin lagt sig. För flyg sjunker utsläppen relativt kraftigt för de flesta flyglinjer (0–40 %) utifrån den data som finns i ICAO:s verktyg och räknesätten som tidigare tagits

fram. Detta kan förklaras med en högre beläggning efter pandemin. Undantaget är Malmö – Östersund som ökar kraftigt av okänd anledning.

SMED avstår från att ge särskilda rekommendationer för verktygets framtida förbättring och utveckling eftersom Förordningen (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter genomgår en översyn. SMED avser att återkomma med förslag på hur verktyget kan utvecklas när en eventuellt ny förordning är beslutad.

De uppdateringar som har gjorts i detta arbete bedöms som tillräckliga för att verktyget ska hålla en generellt god kvalitet för att användas för beräkning av utsläpp år 2023.

Nyckelord: miljöledning i staten, koldioxidutsläpp, klimatpåverkan, verktyg, tjänsteresor, myndigheter, persontransporter.

Inledning

SMED har på uppdrag av Naturvårdsverket uppdaterat och utvecklat ett Excel-verktyg (Klimatreseverktyget) som kan användas av statliga myndigheter för att beräkna koldioxidutsläpp och klimatutsläpp från tjänsteresor och övriga transporter.

Uppdateringar i 2023 års verktyg

I 2023 års version av verktyg finns några nya kategorier, utsläpp från arbetsmaskiner kan nu beräknas utifrån förbrukning av flygbränslet Jet A1 och El. För spårtrafik har kategorin Dieseltåg i Europa tillkommit. Dessutom har två inrikes flyglinjer lagts till, Stockholm-Visby och Stockholm-Umeå.

Uppdateringarna av utsläppsvärden i 2023 års version av verktyget avser oftast 2022 års data (och 2022 års verktyg avsåg 2021 års data osv.), men i flera fall är underlaget äldre då det inte finns nyare motsvarande underlag att tillgå. I dessa fall har inget ändrats. I något enstaka fall kommer informationen från innevarande år (2023).

De flesta av verktygets värden rör vägtrafiken, där emissionsfaktorerna är hämtade från HBEFA-modellen. Eftersom det kan vara flera faktorer som samverkar och skapar det slutgiltiga beräknade värdet för koldioxid och särskilt för GWP100, kan det vara svårt att direkt säga vad som orsakat en förändring mellan åren. De viktigaste faktorerna som påverkar utsläppen tycks dock vara emissionsfaktorn för koldioxid per kilometer (som beror på fordonens storlek och körsätt), bioandelen i bränslet, samt för kollektivtrafiken även beläggningsgraden. I årets version av verktyget har GWP-faktorerna uppdaterats till AR5 i stället för AR4 (IPCC, 2023), denna förändring har dock liten betydelse för de slutgiltiga utsläppen.

I 2023 års verktyg är de flesta utsläppsvärden för vägtrafiken betydligt lägre (ca 2–20 %) än 2022 års verktyg, vilket speglar fortsatt elektrifiering och ökad bioandel i diesel och bensin. För taxi har värdena minskat med 10–20 % något per kilometer, vilket förklaras med fler elbilar i flottan. Samtidigt ökar utsläppen per krona räknat i Stockholm, vilket förklaras av lägre priser i innerstan.

För bussar i kollektivtrafiken sjönk utsläppen kraftigt per personkilometer, i medel för hela Sverige med 38%, detta speglar en fortsatt snabb förändring med ökande användning av fossilfria bränslen och elektrifiering. I några få län ökar utsläppen, särskilt Göteborg (+ 42 %) till följd av en tillbakagång till fossil diesel och minskat HVO. För kollektivtrafikens bussar kan utsläppsvärden förändras mycket mellan två år, vilket speglar de snabba förändringarna i bussflottorna, bränslekombinationer och beläggningsgrad i varje region.

För spårbunden trafik ligger utsläppen generellt på lägre nivå än året innan (ca 20 %), men skillnaderna varierar dock mellan ca +/- 60 %. Förändringarna kan hänföras till förändringar i energianvändning och beläggning för framför allt spårvagnar efter att pandemin lagt sig. För flyg sjunker utsläppen relativt kraftigt för de flesta flyglinjer (0–40 %) utifrån den data som finns i ICAO:s verktyg och räknesätten som tidigare tagits fram. Detta kan förklaras med en högre beläggning efter pandemin. Undantaget är Malmö – Östersund som ökar kraftigt av okänd anledning.

Bakgrund

I januari 2010 trädde Förordning (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter ikraft (Miljöledningsförordningen). Enligt denna ska myndigheter ha ett miljöledningssystem som integrerar miljöhänsyn i myndighetens verksamhet. Det innebär att den miljöpåverkan som myndighetens verksamhet kan ge upphov till ska utredas.

Varje år ska myndigheterna, enligt miljöledningsförordningen, redovisa miljöledningsarbetets effekter inom områdena tjänsteresor och övriga transporter, energianvändning och miljökrav i upphandling. För myndigheternas beräkningar av utsläpp av koldioxid i samband med tjänsteresor och övriga transporter tillhandahåller Naturvårdsverket ett beräkningsverktyg innehållande generella värden på emissionsfaktorer för klimatutsläpp.

Ett konsultföretag utformade den första versionen av beräkningsverktyget före 2015. Sedan dess har SMED utvecklat och uppdaterat verktyget mer eller mindre årligen. Verktyget innefattar numera beräkningar av utsläpp för koldioxid, metan och lustgas, både vid framtagande och energianvändning av bränslet, samt flygets höghöjdseffekt.

Denna rapport omfattar beskrivningar av 2023 års beräkningsverktyg.

Syfte

Detta uppdrag innebär en uppdatering av befintligt verktyg utifrån två syften:

1. Uppfylla kraven i förordningen (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter att redovisa utsläpp av koldioxid i kilogram från tjänsteresor och övriga transporter. Dessa krav finns definierade i förordningens bilaga, del 2, punkt 1. Detta görs genom att befintligt beräkningsverktyg uppdateras, utvecklas och kvalitetssäkras.

2. Kunna användas som ett allmänt verktyg för att bedöma klimatpåverkan från myndighetens tjänsteresor och övriga transporter genom att de klimatpåverkande ämnena koldioxid, lustgas (N_2O) och metan (CH_4) finns med och även utsläpp under framtagande av bränslet. Dessutom är den så kallade höghöjdseffekten medräknad för flygresor (se förklaring under avsnittet Flyg).

Verktygets användning

Omfattning

Arbetet utgår ifrån befintligt Excel-verktyg som har utvecklats för att möta dagens situation och önskemål från Naturvårdsverket. Förändringarna mellan de uppdaterade emissionsfaktorerna och de tidigare har också analyserats och kommenterats. Uppdraget är begränsat till att omfatta persontransporter för anställda på svenska statliga myndigheter för trafikslagen väg (personbilar, lastbilar, buss, taxi), spårtrafik, fartyg och flyg. Mobila maskiner ingår också i verktyget. Verktyget innehåller inga emissionsfaktorer för biogen koldioxid, utan för transporter där biobränslen används är enbart den fossila koldioxiden som släpps ut under framtagande av biobränslen inräknad.

Ur ett livscykelperspektiv kan utsläpp relaterat till en transport betraktas på olika sätt och delas in i åtminstone i fem olika skeden. Dessa är:

1. Utsläpp under själva transporten (”Tank to wheel”)
2. Utsläpp under framtagande av bränslet (”Well to Tank”)
3. Utsläpp under produktion av transportmedlet (fordonet)
4. Utsläpp under byggande och underhåll av anläggningen som transportmedlet använder
5. Avfallshantering av ovanstående (punkt 3–4)

I denna utredning har utsläppen under punkt 1 och 2 analyserats och beräknats. Att beräkna punkt 3–5 är mycket komplicerat och omfattas inte av verktyget.

Eftersom ett 100 % biogent bränsle inte släpper ut fossil koldioxid när det används, blir koldioxidutsläppet noll under transport, däremot kan metan och lustgas emitteras under transport och räknas därför med för att få fram det totala värdet för klimatpåverkan. Fossil koldioxid och andra klimatgaser (metan, lustgas) släpps också ut under framtagandet av bränslet vilket också adderas till det totala klimatpåverkande värdet. Detta gör att även ett 100 % biogent bränsle kan få betydande klimatutsläpp. Även utsläpp vid produktion och distribution av el ingår i beräkningarna för de fordon som är helt eller delvis eldrivna. Verktyget har fem valmöjligheter för ”elmixen”, vilka är baserade på elmarknaden, den geografiska avgränsningen för elproduktionen, kopplingar i elnätet och vilka energikällor som har använts.

Årets uppdrag är begränsat till en översyn av befintliga emissionsfaktorer och uppdatering av de som är mest relevanta att uppdatera, vilket framför allt är inom vägtrafiken. Information om bränslen har också setts över och uppdateras särskilt med avseende på andelar biobränsle, med underlag från bland annat Energimyndigheten och Trafikverket. För busstrafik och taxi har det också gjorts en ny informationsinsamling (se respektive avsnitt) och olika värden har uppdaterats där bättre och nyare information finns att tillgå.

För flyg utvecklades kategorierna under uppdateringen 2020, och endast mindre förändringar har gjorts under årets uppdatering, se vidare avsnittet om flyg. För sjöfart har inga uppdateringar gjorts med 2022 års data, dessa är alltså helt oförändrade sedan 2021.

För spårvägar och tunnelbana har uppgifter över elförbrukning och passagerarkilometrar uppdaterats. Uppgifterna är hämtade från SLL[1], Västtrafik och Östgötatrafiken. För tåg har energivärden (kWh/ passagerarkm) uppdaterats med information från SJ för alla tågkategorier. Utsläppsvärden för bränsleframtagning har inte uppdaterats enligt överenskommelse med Naturvårdsverket. Utveckling av kategoriseringen innefattades inte i årets uppdrag och värdena för arbetsmaskiner har inte uppdaterats (men påverkas ändå till följd av förändrad bränslemix). Vissa kategorier har emellertid tillkommit; för bränslen är det flygbränsle (*Jet A1*) och *El*, samt kategorien *Dieseltåg i Europa*, dessutom har två flyglinjer lagts till (*Stockholm-Visby* och *Stockholm-Umeå*).

Användarinstruktioner

Verktyget består av en Excelfil med tre flikar tillgängliga för användaren. Den första är en flik med allmän information om verktyget. I den andra fliken *Inmatning och summering* summeras de totala koldioxidutsläppen i den översta tabellen efter att användaren matat in information i de underliggande tabellerna på samma flik. Den tredje fliken *Inmatning Väg spec fordonsinfo* kan också användas som inmatningsflik om användaren har specifik information om bilresor och transporter med vägfordon, som innefattar bränsleförbrukningen, den totala sträckan och fullständiga emissionsfaktorer för klimatutsläppen. Har inte användaren komplett information om detta så rekommenderas att den tredje fliken ej används.

Den information som användaren har ska matas in i korrekt cell (ljusröda fält). Den totala klimatpåverkan uttrycks dels i *summan av utsläppet i kg koldioxid från transportens framdrivning*, dels som *koldioxidekvivalenter (summan av CO2, CH4 och N2O) som GWP100* (100-årig tidshorisont). Dessa två beräknas automatiskt i olika kolumner.

[1] SLL = Region Stockholm (tidigare Stockholms Läns Landsting)

Metod

Allmänt

Uppdateringen av verktyget utgår ifrån flera aspekter, dessa är;

1. de krav som finns beskrivna i vad myndigheterna ska rapportera enligt bilagan till miljöledningsförordningen, del 2, avsnitt 1 Tjänsteresor och övriga transporter (Förordning (2009:907), 2009),
2. enligt Naturvårdsverkets önskemål gällande kompletteringar med klimatgaser och utsläpp under bränsleframtagande samt en kategorisering som är anpassad till dagens transportsystem.

Analysen av befintliga värden baseras i stor utsträckning på den samlade kompetensen och erfarenheten på IVL inom området emissions- och bränsleförbrukningsfaktorer och miljö- och klimatkalkyler för transporter. Principen för översynen var att utgå ifrån de vanligaste och mest relevanta resesätten som används i tjänsten. För denna uppdatering, 2023, har uppdraget omfattat att samla in motsvarande information och indata i den mån nyare och/eller bättre data finns att tillgå. Under uppdateringsarbetet har ett stort antal informationskällor för beräkning av emissionsfaktorer använts, varifrån en betydande del av dataunderlaget hämtats.

Samtliga värden representerar utsläpp av växthusgaser både under framtagande av bränslet (”Well to Tank”), och från avgasröret (”Tank to Wheel”), vilka är beräknade oberoende av varandra och sedan adderade. Beräkningsprinciperna utgår ifrån bästa och kända tillgängliga grundinformation rörande bränsleförbrukning, bränsle- och teknikslag, energi- och kolinnehåll i bränslen, beläggningsgrad (antal personer per fordon), uppgifter om personkilometrar och officiella emissionsfaktorer, eller från ”färdiga” värden som beräknats och levererats direkt från myndigheter, organisationer, forskare eller företag.

En stor del av tjänsterna på statliga myndigheter i Sverige finns i Stockholms län, varför det är ett visst fokus på transportslag och dataunderlag i Stockholmsområdet, men verktyget är avsett att kunna användas i hela landet.

Framtagande av bränslen (flytande och gas)

För utsläpp som sker under framtagande av bränslet så har IVL:s kompetens inom livscykelanalys (LCA) utnyttjats. Dataunderlaget för dessa beräkningar följer de riktlinjer som sätts i EU:s förnybarhetsdirektiv (EU, 2009) (EU, 2018) och är således baserad på EU JRC[2]s beräkningar av ”Well-to-tank” för olika bränslen. Detta innebär att utsläpp under alla steg från energikällan till distributionen av bränslet räknas in. I de fall där ett bränsle består av flera olika råvaruströmmar, som är fallet för exempelvis HVO, har respektive råvaruström viktats utifrån Energimyndighetens statistik 2017 (Energimyndigheten, 2018) (JRC, 2014).

[2] Joint Research Centre; the European Commission's science and knowledge service.

Elleverans

Framdrivning med el

För flera transportslag används el för framdrivningen, vilket gäller helt och hållet för all spårtrafik, elbilar, elbussar och tvåhjuliga elfordon, och delvis för laddhybrider som kan vara personbilar, bussar eller taxi.

Allmänt om emissionsfaktorer för elkraft

Flera alternativa emissionsfaktorer kan användas för färdmedel som helt eller delvis drivs med el. Alternativen skiljer sig beroende på om man anser att elen ska beräknas ur ett livscykelperspektiv (LCA) eller inte, samt vilket geografiskt område som ska omfattas gällande elproduktionen. Den senare aspekten finns med eftersom elkraftsystemen är sammankopplade mellan länder, framför allt mellan de nordiska länderna (kopplingar finns även med Tyskland, Polen och övriga Europa).

Verktyget tar inte ställning till vilket alternativt som ska väljas för beräkning av elproduktion, utan innehåller istället valmöjligheten att välja mellan fem olika ”elmixar” vilka bedömts vara relevanta.

Dessa är

1. EU28-elmix
2. Nordisk elmix
3. Svensk elmix
4. Förnybar elmix
5. SJ Förnybar elmix (ej LCA-värde)

Emissionsfaktorer för el är beräknade baserad på nationell statistik för olika energislags marknadsandelar på respektive elmarknad, Sverige/Norden/EU. De länder som ingår i den ”nordiska” marknaden är valda i enlighet med energimarknaden Nordpool. Utsläppen från el är beräknad utifrån var den levererade elen är producerad, och är representativ för 2014–2020 (Energimyndigheten, 2018) (JRC, 2014) (Miljöfaktaboken, 2011) (Nord Pool, 2018), (GaBi-Modellen). ”SJ Förnybar elmix” är ett beräkningssätt enligt standarden EN 16258 (European Committee For Standardization , 2012) som enbart inkluderar utsläpp under driften av kraftverket som genererar förnybar el, (förluster i nätet av motsvarande elmängd är också medräknat). Värdet inkluderar enbart koldioxid.

Nordisk elmix har uppdaterats i 2023 års version av verktyget med sista tillgängliga värdet (år 2018) i en SMED-rapport (IVL , 2021). För övriga elmixar har ingen uppdatering gjorts efter överenskommelse med Naturvårdsverket. Det bedöms som rimligt att uppdatera dessa i framtiden med några års mellanrum.

Vägtrafik

Bränslen

Emissionsfaktorer för vägfordon har uppdaterats med nya värden från HBEFA-modellen (INFRAS, 2022). Den svenska versionen av HBEFA- modellen drivs och uppdateras av IVL på uppdrag av Trafikverket och nuvarande modell är uppdaterad med 2022 års data från Fordonsregistret och Trafikanalys.

Alla fordonskategorier har uppdaterats med nya emissionsfaktorer och bränsleförbrukning för olika vägfordon. Värden för andelar för körning med el för laddhybrider, elanvändningen och bränsleblandningar har också uppdaterats (INFRAS, 2022) (Energimyndigheten, 2023). Underlaget för sammansättningen av olika komponenter i bränsleprodukterna, har tagits från Energimyndighetens officiella statistik för 2022 (Energimyndigheten, 2023).

- Andelen eldrift för laddhybrider är 48,6 %
- Andelen biogas i gas till fordon är totalt 97 %
- Andelen inblandning av FAME och HVO i Diesel MK1är 5,5 % respektive 30,4 %
- Andelen biokomponenter i bensin är 8,8 %
- Andelen biokomponenter i E85 är 72 %

Både lätta och tunga fordons utsläppsvärden har uppdaterats. Även bussar och taxi påverkas av dessa förändringar.

För *fordonsgas* har ansatts att fördelningen är 85 % biogas och 15 % naturgas. Detta är baserat på Energimyndighetens uppgift att den totala fördelningen för gas till vägtransportsektorn är ca 97 % biogas (men då säljs en del som ren biogas), och att leverantörerna garanterar att bioandelen i fordonsgasen ska vara minst 70 % och upp till 100 % (Taxi Stockholm AB, 2023) (Energimyndigheten, 2023).

HVO har antagits ha samma utsläpp av metan och lustgas under transport som fossil diesel eftersom de anses kemiskt mycket lika.

Drivmedelsåtgång

Målsättningen är att verktyget ska kunna användas för olika typer av vägtransporter (och arbetsmaskiner) och beroende på vilken typ av information användaren har. Har användaren åkt/kört personbil och inte har uppgifter på körsträckan, men däremot hur stor bränsleförbrukningen var (till exempel från tankningskvittot) så fyller man i under rubriken *Bränsleförbrukning, personbil.* Utsläpp från bränsleanvändningen beräknas för dels personbil, dels arbetsmaskiner, och värdena är baserade på beräkningar av bränslets sammansättning, och kända uppgifter om olika rena bränslens densitet och kolinnehåll per kg (Energimyndigheten, 2023) (SPBI, 2019).

Bränslekategorierna utgår ifrån tankning av bränslen och speglar således de vanligaste bränsleprodukterna på marknaden för vägfordon och arbetsmaskiner (fordon som användaren inte använder kollektivt och alltså själv ansvarar för bränslet).

Fordonskilometrar

Om körsträckan är känd, vilket borde vara det vanligaste fallet, fyller användare i denna information under rubriken Väg Körsträcka Personbil och egen buss för personbil, egen ägd eller abonnerad buss, lastbil, motorcykel eller moped. Körsträckan mellan två platser kan idag lätt erhållas genom att använda till exempel en interaktiv karta på internet.

Kategoriseringen utgår primärt inte ifrån bränslet utan från fordonstypen, även om bränslet (eller kombinationer av bränslen) starkt påverkar kategoriseringen av fordon. Det bör även nämnas att kategoriseringen snarare utgår ifrån det användaren vet eller lätt kan bedöma, än hur den ”borde” vara, baserat på storleken på olika fordons utsläpp. Av det skälet har inte verktyget kategorier som skiljer på fordonets storlek, motoreffekt, årsmodeller, euroklasser eller liknande, utan sammanvägda kategorier av Sveriges fordonsflotta (med antaganden i vissa fall).

Utsläppen från en transport är huvudsakligen beräknade utifrån emissionsfaktorer och bränsleförbrukning från HBEFA- modellen, som har viktats till ett värde utifrån bränslesammansättningar enligt Energimyndighetens uppgifter. Energianvändningen, fordonsslagsfördelningen med avseende på ålder, körsträcka med mera, har också hämtats från den uppdaterade HBEFA-modellen (INFRAS, 2022).

För fordon som använder flera olika bränslen har vissa antaganden behövts göras. För bifuel-fordon gas/bensin antas att 95 % av sträckan körs på gas och 5 % på bensin. För att beräkna den fossila andelen i körning med flexi- fuel E85-/ bensinfordon utgår beräkningarna ifrån Energimyndighetens uppgifter i kombination med koldioxidemissions-faktorer från HBEFA-modellen, som anger 12,1 % E85- drift och 87,9 % bensindrift (INFRAS, 2022).

Taxi

Utsläppen som en taxiresa orsakar har beräknats med samma principer och underlagsdata som för personbilar. Emissionsfaktorerna och bränsleanvändningen under transport är tagna från HBEFA-modellen. Utsläppens storlek beror också på taxiflottans sammansättning, som skiljer sig i olika delar av landet.

Efter en taxiresa så kan användaren ha tillgång till olika typer av information, antingen ett kvitto med kostnaden eller att körsträckan är känd. Det kan också vara så att användaren har genomfört många taxiresor utan ytterligare information, och då enbart känner till ”antalet resor”. Av dessa skäl kan användaren lägga in sina resor på tre olika sätt; kilometrar, kostnaden eller antalet resor.

För att beräkna utsläppen från en taxiresa generellt, då kunden normalt inte känner till fordonstypen eller bränslet, behövs underlagsdata om taxiflottans sammansättning med avseende på ålder (euroklass) och bränslesammansättning. Uppgifter om den svenska taxiflottans sammansättning med avseende på bränsleteknik har uppdaterats från Svenska Taxiförbundet och Taxi Stockholm och skiljer på taxi i Stockholm och i hela Sverige generellt (Taxi Stockholm AB, 2023) (Svenska Taxiförbundet, 2023).

Information om hela Sveriges taxiflottas ålder och bränsleteknik som helhet har inhämtats från Svenska Taxiförbundet publikation *Branschläget 2023* (Svenska Taxiförbundet, 2023). Taxiflottan viktas ihop till ett värde utifrån sammansättningen av bränsleteknik och för att separera fram två serier av värden; en för Stockholm och en för Sverige generellt. Stockholmsflottan är något klimatvänligare än Sverige totalt. Användaren får göra en egen bedömning vilken som bör väljas beroende på var taxiresan har ägt rum.

Transportstyrelsen har uppgifter om hur mycket en taxiresa generellt kostar i Sverige (515 kr för 2022 (Transportstyrelsen, 2022) (SCB, 2023) och en kostnad finns för Stockholm (379 kr) (Svenska Taxiförbundet, 2023). Svenska Taxiförbundet och Taxi Stockholm har uppgifter om hur lång en taxiresa generellt är i Sverige. För att beräkna sträckan utifrån kostnaden så har medelkostnaderna dividerats med medelsträckan (23–29 kr/km för att åka taxi). För taxi i Stockholm har värdet på medelresans längd och pris uppdaterats, med uppgifter från Taxi Stockholm AB (Taxi Stockholm AB, 2023).

Taxibilar som är laddhybrider antas köras till 70 % på el vilket är högre än den generella andelen el för laddhybrider (48,6 %). Antagandet bedöms som rimligt eftersom taxi kör mer i stadsmiljö där elandelen av körsträckan är högre (baserat på värden från HBEFA-modellen) (INFRAS, 2022).

För att beräkningen av klimatpåverkan ska bli så tillförlitlig som möjligt rekommenderas att användaren i första hand använder den faktiska körsträckan, i andra hand resans pris och i tredje hand antalet resor. Att göra beräkningen utifrån antalet resor är naturligtvis mycket osäkert och denna kategori rekommenderas inte om bättre information finns.

Bussar i kollektivtrafik

Bussar avser här både ”stadsbussar” (kollektivtrafikens lokalbussar), och ”långfärdsbussar” vilka kan beskrivas som bussar som färdas längre sträckor, typiskt mellan städer och regioner. ”Långfärdsbussar” kan även förekomma vid persontransporter inom städer. De två busstypernas karaktär skiljer sig i fysisk utformning och beläggning och därmed energianvändning. Även teknik och bränsle kan skilja sig åt. Utöver dessa faktorer skiljer sig ofta bussarnas generella körmönster och resornas avstånd till följd av deras olika transportuppdrag.

Stadsbussarna har kategoriserats utifrån två olika perspektiv; bränslet och var i Sverige de körs. Uppgifter om beläggningsgrad (antal personer per buss) och andelen körsträcka på förnybara bränslen i busstrafiken har använts och är uppdelat på i huvudsak Sveriges län. Den specifika informationen om beläggning och bränsle för varje län kommer från Trafikanalys (Trafikanalys, 2023) (Svensk Kollektivtrafik, 2023). För emissionsfaktorerna har HBEFA- modellen använts, vars faktorer har viktats ihop till ett fåtal busskategorier i flera steg baserat på den nationella fördelningen. Känner användaren till vilket bussbränsle bussen använder så rekommenderas en beräkning utifrån bränslekategorin att användas i första hand.

Kategori Långfärdsbuss (eng. *Coach*) körs mest av resebolag eller privat regi, men denna busstyp förekommer även i den offentliga kollektivtrafiken. För de som körs i privat regi

antas alla drivas av diesel (dvs. med den nationella inblandningen av biobränslen enligt reduktionsplikten). Det finns även en kategori som heter *Kollektivtrafik buss (Långfärdsbuss biodiesel 100%)* som kan användas om man har åkt en långfärdsbussliknande busstyp och det är känt att det är 100 % biobränsle i tanken, till exempel de bussar som bolaget Flygbussarna kör (Flygbussarna, 2019). Typiskt för långfärdsbussar är att de saknar eller har mycket få ståplatser, är kortare (utan dragspel) och har färre än ca 50–60 sittplatser. Drivs bussen av något annat bränsle än diesel eller biodiesel så ska någon av stadsbusskategorierna användas i stället.

Utsläppsvärdena för bussar bedöms som relativt säkra till följd av tillförlitligt dataunderlag om bränslesammansättning och beläggningsgrad, om än mycket generella, och representerar inte en enskild bussresa utan vad hela ”bussystemet” har för klimatpåverkan. Utsläppsvärdena för bränslekategorierna är betydligt säkrare än för de geografiska kategorierna.

Verktyget har uppdaterats 2022 med nya emissionsfaktorer från HBEFA-modellen, där samma uppdateringar som gjorts för privat vägtrafik också har gjorts för bussar. Beläggningsgraden per län i Sverige har uppdaterats med data från Trafikanalys (Trafikanalys, 2023). Uppgifter om bränslefördelning för bussar i kollektivtrafik och energianvändning per fordonskilometer har uppdaterats med uppgifter från Frida-databasen dit kollektivtrafikaktörerna rapporterar in information (Svensk Kollektivtrafik, 2023), samt särskilda data från Stockholm Trafikförvaltning (SLL, 2023).

Spårtrafik

Alla spårtrafikslag utom dieseltåg använder enbart el som bränsle för sin framdrivning. Detta innebär att koldioxidutsläppen blir noll (0) under resan eftersom det inte sker något koldioxidutsläpp från själva tåget eller spårvagnen. Men Naturvårdsverket har valt att inkludera livscykelutsläppen av koldioxid från spårtrafik som drivs med el, vilket inte görs för till exempel vägfordon.

Tåg

Med kategorin tåg avses här allmän kollektivtrafik som går på järnväg som skiljer sig från spårväg och tunnelbana både tekniskt och juridiskt och omfattar således inte dessa trafikslag. Järnvägen i Sverige är statligt ägd men trafiken drivs av flera olika trafikhuvudmän och operatörer. Beräkningarna i denna utredning är främst baserade på de större tågaktörerna framför allt SJ, Öresundståg, Västtrafik och Region Stockholm.

Tåg kan grovt delas in i lokaltåg, pendeltåg, regionaltåg, och fjärrtåg (ingen officiell terminologi) utifrån linjernas geografiska sträckningar och avsedda regioner att försörja med kollektivtrafiktjänster. Med lokaltåg menas här främst Roslagsbanan och Saltsjöbanan i Stockholmsområdet, vilka liknar spårvägar till sin tekniska karaktär och resandemönster, och har därmed sorterats in under denna kategori. Därför finns ingen kategori i verktyget som heter lokaltåg.

Pendeltåg är de tåg som huvudsakligen trafikerar ett storstadsområde och dess närmaste omgivning. Regionaltåg är tåg som trafikerar ett större område än pendeltåg (typiskt hela regioner) och används ofta av arbetspendlare som har långt till arbetet. Med fjärrtåg räknas långdistanståg där linjerna går mellan de största städerna eller ”korsar landet” samt trafikerar Norrland (även som nattåg). Tågtyperna för fjärrtåg är snabbtåg (X2000, SJ3000) eller tågekipage med lok och vagnar, så kallade lok- och vagntåg (med eller utan sovvagn). Fjärrtåg i Sverige drivs huvudsakligen av SJ, men även av MTR Express mellan Göteborg och Stockholm, och andra aktörer.

Information om energianvändning per km och passagerarbeläggning, för fem tågtyper (pendeltåg, regionaltåg, snabbtåg, lok- och vagntåg och lok- och vagntåg med sovvagn) har inhämtats från kontakt med SJ, och är uppdaterade med 2022 års värden (Engstrand, 2023).

För pendeltågen har utredningen utgått ifrån de tre storstadsområdena Stockholm, Göteborg och Malmö, där information om energianvändning, passagerarkilometer och beläggning har inhämtats (Briñas, 2023). Beläggningen för pendeltåg räknat per stol är ansatt till ca 35 % på pendeltåg, (Melkersson, 2020). Beläggningssiffran på pendeltåg är emellertid inte tillförlitlig eftersom det är många stående i en normalsituation, särskilt i rusningstider. För Göteborg finns beräknade totalt antal passagerarkilometrar och total energianvändning för tåg (som dock även inkluderar Regionaltåg). Generella data om energianvändning per passagerarkilometer har därför använts för pendeltåg (Melkersson, 2020).

Beräknat som kWh/ passagerarkilometer skiljer sig utsläppsvärden ca 50 % mellan olika källor och beräkningsmetoder, vilket gör att detta värde får betraktas som mycket osäkert. Av det skälet har ett medelvärde beräknats av tre framräknade värden för de tre storstadsregionerna som får representera hela Sveriges pendeltåg, med vetskapen att tyngdpunkten ligger på Stockholm- och Göteborgsområdet. (Stockholm har störst andel nya tåg (X12), Göteborg och Malmö fler gamla (X11), men dessa är likvärdiga i fråga om energieffektivitet (Engstrand, 2023) (SJ, 2018) .

Regionaltågens energianvändning per passagerarkilometer har beräknats utifrån SJ:s data på fyra olika regionaltågtyper med en uppskattad stolsbeläggning på 50 %. Värdet kWh/ passagerarkilometer för Regionaltåg är beräknat som ett medelvärde av dessa fyra värden och bedöms som något säkrare än det för pendeltåg, men ändå relativt osäkert (Engstrand, 2023) (Melkersson, 2020) (Pettersson, 2023).

I årets version av verktyget har dieseltåg i Europa tillkommit som kategori, denna kan användas för alla resor med dieseltåg (Kamb & Larsson, 2022).

Osäkerheterna är stora för tåg och underlag för beläggning av personer uppdelat per tågtyp är särskilt svårt att få fram, detsamma gäller elanvändning för tågtrafik. Datainsamling försvåras på grund av att det idag finns många olika trafikhuvudmän och operatörer, begreppsförvirring om tågtyper, samt att data ofta blandas mellan olika tågtyper och inte går att separera. Skillnaderna i energianvändning per sittplats eller fordonsslag är dessutom vanskliga mått för tåg. De olika tågen har olika trafikuppdrag, tågen varierar med avseende på utrymme mellan sätena, toaletter, golvyta och serveringsutrymmen. Det som ger mest

utslag för energianvändningen per person för olika tåg beror mer av hastighet och antal stopp än tågtypen. En tågtyp som flyttas till att trafikera en annan linje kan få radikalt ökad eller minskat energianvändning per personkilometer, varför tågtypen kan vara en vansklig indelning (Melkersson, 2020).

Spårvagn

Spårvagnar är eldrivna fordon som går på spårvägar. Som en del av allmänna kollektivtrafiksystem finns spårvägar i Sverige enbart i Stockholm, Göteborg och Norrköping. I kategoriseringen i verktyget särskiljs de tre städernas spårvägar, dels för att de är tre helt separata system med tillförlitligt dataunderlag för varje, dels för att energianvändningen tenderar att vara ganska olika.

Verktyget har uppdaterats 2023 med avseende på nya data om passagerarkilometer och energianvändning för spårvägar i Storstockholmsområdet. Uppdelning för passagerarkilometrar utgår ifrån en indelning på tunnelbana, pendeltåg och lokalbanor. För energianvändningen finns information specificerad på varje spårsystem för sig (SLL, 2023). Observera att Roslagsbanan och Saltsjöbanan har lagts inom kategorin Spårväg Stockholm trots att de formellt sett är järnvägar.

Verktyget har också uppdaterats 2023 med avseende på nya data om passagerarkilometer och energianvändning för spårvägarna i Göteborg, Stockholm och Norrköping (Trafikanalys, 2023) (Briñas, 2023) (Östgötatrafiken, 2023).

Tunnelbana

Tunnelbana är en särskild typ av spårtrafik som formellt sett skiljer sig från järnväg och spårväg. Tunnelbanan drivs med el som (i Sverige) matas via en strömskena förlagd i markhöjd bredvid rälsen. I Sverige finns enbart ett tunnelbanesystem (2023), det i Stockholm. Tunnelbanan är ett centralt och kapacitetsstarkt transportsystem i Stockholmsområdet där det ligger många statliga myndigheter, varför det är viktigt att denna finns med som en egen kategori i verktyget. Information om energianvändning och passagerarkilometrar har erhållits från SLL. Verktyget har uppdaterats med avseende på nya data om passagerarkilometer och energianvändning 2023 för tunnelbana i Storstockholmsområdet. Data bedöms ha hög tillförlitlighet (Briñas, 2023).

Sjötransport

Allmänt

Inga uppdateringar har gjorts för sjötransporterna under 2023 enligt överenskommelse med Naturvårdsverket.

Med sjötransport menas här resor som utförs kollektivt på vatten. Resor som utförs med andra fartyg finns inte med i verktyget. Med färjor avses här dels färjor som tar med passagerare till och från Sveriges grannländer, dels i inrikes trafik i Sverige mellan exempelvis Gotland och fastlandet. Med skärgårdsfärjor menas de färjor som utför

transporter inom regionerna så som pendling ut till öar i framför allt Göteborgs- och Stockholms skärgård som en del av kollektivtrafiken.

Vägfärjor, som drivs på uppdrag av Trafikverket finns inte med i verktyget. Den förhållandevis mycket låga andel färjetransporter som utförs av ej subventionerad inrikes färjetrafik så som guidade turer eller turbåtar finns inte heller med i verktyget.

Energi- och utsläppsprestanda skiljer sig markant mellan olika fartyg och transportupplägg, men också baserat på hur fartygen opereras (hastighet och fyllnadsgrad etc.). Beräkningarna i detta verktyg är inriktade på resor som utförs i tjänsten.

I huvudsak antas färjetrafiken använda marin gasolja som uppfyller kraven inom SECA-området på max 0,1 % svavel och är en till 100 % fossil komponent. För färjor som verkar som en del av kollektivtrafiksystemen används i huvudsak dieselbränsle av miljöklass 1 (samma som vägtrafiken), med inblandning av biobränsle (Svensk Kollektivtrafik, 2023) (SLL, 2022). Även el är på väg att introduceras men andelen är fortfarande relativt liten.

Emissionsfaktorer för metangas och lustgas är taget för respektive motortyper (Cooper & Gustafsson, 2004).

Färjor i utrikes trafik

Analysen för de vanligast förekommande tjänsteresorna med färjor har utgått ifrån tillgänglig statistik på utförda transporter till och från Sverige. Denna statistik har utgjort grunden för kategoriseringen. Merparten av statistiken kommer från Trafikanalys datasammanställningar (Trafikanalys, 2021).

I tillägg till den rena passagerartransporten sker även en stor andel av färjetransporterna med att passagerare tar med en bil på färjan. Därför har utsläppen för passagerare respektive passagerare med bil sammanställts och redovisas separat för varje kategori (förutom för kollektivtrafikfärjor som inte transporterar bilar).

För färjetransporter av passagerare i utrikestrafik står följande linjer och orter för ca 66 % av utrikes avgångar och passagerarantalet (Trafikanalys, 2021).

- Helsingborg - Helsingör
- Stockholm - Åbo
- Stockholm - Helsingfors
- Stockholm - Mariehamn
- Ystad - Rönne
- Göteborg - Fredrikshamn
- Trelleborg – Rostock

De kategorier av utrikesfärjor som analyserats har därför utgått från trafik på ovanstående linjer. Då relationen Stockholm-Åbo inte enkelt kan skiljas från den trafik som med samma färjor också trafikerar andra destinationer i Finland finns endast en kategori som sammanfattar all trafik mellan Stockholmsregionen och Finland. De svenska hamnar som ingår i ovan listade linjer representerar också sju av de tio största hamnarna i Sverige mätt i antalet passagerare (Trafikanalys, 2021).

Utgångspunkten för beräkningarna har varit hur transportarbetet utförs. Sammanställningar över vilka rederier som trafikerar respektive sträckor samt deras tidtabeller och fartygsinformation inhämtades från respektive rederiers hemsidor. I vissa fall har även andra källor som listar data om linjer, fartyg, deras konfiguration och installerad motoreffekt använts (Marine Traffic, 2018) (Fakta om fartyg, 2018) (Direct Ferries, 2018).

För respektive relation/linje har därefter de fartyg som i dagsläget, i huvudsak, trafikerar linjen vägts samman till en kategori som representerar linjen. Men det bör noteras att trafiken mycket väl kan ändra sin prestanda markant ifall exempelvis nytt tonnage sätts in eller om farten förändras markant på linjen. För färjetrafik, som inte utförs på de respektive analyserade linjesträckningarna föreslås kategorin *Övriga färjor utrikes*, som helt enkelt är en sammanvägning av de fem redovisade linjesträckningarna i utrikes trafik samt Gotlandstrafiken.

Färjor i inrikes trafik

För inrikes färjetrafik är Gotlandstrafiken helt dominerande. Denna har därför blivit en egen kategori där de två större snabbfärjorna som utför merparten av transportarbetet fått stå modell för kategorin. Information hämtades från rederiets hemsida kring fartyg samt årsredovisning angående trafikdata (Gotlandsbolaget, 2020) (Destination Gotland, 2020)**.**

Beräkningsmetodik för utrikes och inrikes trafik

De färjor som utför merparten av transportarbetet har analyserats och vägts samman inom respektive kategori. Analysen har utgått från att total förbrukning för drift av fartyget inklusive förbrukning av energi till el och uppvärmning motsvarar 85 % av den installerade huvudmaskineffekten, vilken används om fartyget framförs i den fart den är utformat för över tid (design speed). Hastigheten som respektive fartyg i snitt framförs med på linjen har skattats genom att tidtabeller studerats och matchats mot den distans som avverkas. Förbrukningen per sträcka har sedan reducerats med kvoten för snittfart delat på designfart i kvadrat.

Som specifik förbrukning för motortyperna har vanligt förekommande verkningsgrad antagits. Den totala förbrukningen har sedan allokerats till den mängd passagerare respektive gods som i genomsnitt medföljer baserat på areametoden enligt ISO-standard EN 16258:2012 (European Committee for Standardization, 2012). Detta genom att sprängskisser eller ritningar av de fartyg där sådant varit tillgängligt analyserats och den totala andelen däcksyta tillgängligt för passagerare respektive gods uppskattats. Förbrukning respektive emissioner har sedan allokerats på passagerare respektive gods i förhållande till andelen tillgänglig däcksyta för respektive kategori.

Av de sammantaget 19 färjorna som analyserats har användbara ritningar/ illustrationer funnits för merparten. Det är viktigt att notera att det inte finns någon enhetlig och samtidigt rättvisande metod för allokering av energi eller emissioner mellan passagerare och gods som fraktas med färjor. Metoden har valts då den är relativt enkel att använda och samtidigt kan anses som mer rättvisande än andra standardiserade metoder. I genomsnitt

för samtliga analyserade färjor har 57 % av energi- och emissioner allokerats till passagerare och resterande 43 % till personbilar och gods.

Fyllnadsgraden för gods respektive passagerare har beräknats baserat på förhållandet mellan vad som rapporterats ha transporterats på respektive linje, och vad respektive fartygs kapacitet hade kunnat transportera på det totala antalet avgångar under 2017 (Trafikanalys, 2017).

Respektive antal rapporterade fordon och godsvikter har omräknats till ”lanemeter” (fordonsfilmeter av bredd tyngre fordon så som lastbilar) med uppskattade standardlängder. Respektive fartygs kapacitet har hämtats från rederiernas hemsidor eller om uppgifter saknats från informationskällor som nybyggnadsbeskrivningar av fartygen i fackpress. De beräknade fyllnadsgraderna var i genomsnitt för passagerare 40 % och för godset 39 % (Trafikanalys, 2017). Emissionsfaktorerna uppdaterades senast 2021.

Totalt beräknad bunker (mängd tankat bränsle) per fartyg har också stämts av med erfarenhetsmässig kunskap på IVL och med viss i övrigt tillgänglig statistik, och visar att de beräknade bunkermängderna är rimliga. I något fall har den teoretiskt beräknade mängden förbrukad energi bedömts som för hög i jämförelse med erfarenhetsbaserad kunskap, och i dessa fall har beräkningarna justerats efter avstämning med respektive rederi. På samma sätt gjordes rimlighetsbedömningar för beräknade fyllnadsgrader.

Därefter beräknades utsläppen per passagerarkilometer respektive godskilometer med hjälp av emissionsfaktorer för de bränslen som används. Då 65 % av transportarbetet från och med ungefär oktober 2018 på linjen Helsingborg – Helsingör utförs med elektrifierade färjor; har denna kategori justerats för hur trafiken förs från och med hösten 2018. På liknande sätt justerades den del av Finlandstrafiken som drivs med LNG (100 % fossil) med lägre emissionsfaktor (ForSea, 2018), men har sedan inte uppdaterats.

För att beräkna den allokerade andelen för en personbil har den fillängd som en personbil använder ombord på fartyget använts vilket blir aningen kortare än bilens längd mätt i standard lanemeter ombord. Detta då det går fler personbilsfiler på samma lastrumsbredd än lanemeters anpassade till lastbilar.

Kollektivtrafikfärjor

För färjor i kollektivtrafiken baseras underlaget på sammanställningar som Trafikanalys regelbundet gör över regional linjetrafik från samtliga regionala kollektivtrafik-myndigheter. Den visar att kollektivtrafiken i Stockholms- och Västra Götalandsregionen står för 92 % av det totala producerade antalet fartygskilometer. Dessa två regioner har därför fått representera hela Sveriges kollektivtrafikfärjor. Underlag för dessa två har analyserats och sammanvägts till en typtransport och redovisas som en separat kategori (Trafikanalys, 2023). I Stockholms län drivs kollektivtrafikfärjorna av Region Stockholm och i Västra Götaland av Västtrafik.

Beräkningsmetodiken för kollektivtrafikfärjor baseras på samma principer som för övriga färjor med skillnaden att allokeringssteget inte behövs då dessa enbart medför passagerare. För Stockholms kollektivtrafikfärjor finns givna uppgifter om bränsletyper och

energianvändning per passagerarkilometer (SLL, 2022). Motsvarande värden har beräknats från underlag från FRIDA-databasen och Västtrafik (Svensk Kollektivtrafik, 2023). Dessa uppgifter har sedan räknats om till fossil koldioxid med hänsyn till andelarna av biobränsle och eldrift. Underlag för Stockholm och Göteborg har vägts samman till en kategori. Underlag för kollektivtrafikfärjor har enligt överenskommelse **inte** uppdaterats år 2023 med avseende på bränslen och passagerarkilometrar.

Arbetsmaskiner

För beräkningar av utsläpp från arbetsmaskiner, baserat på modell, motoreffekt och körda timmar, används den så kallade Arbetsmaskinmodellen som förvaltas och vidareutvecklas av SMED på uppdrag av Naturvårdsverket och används i Sveriges nationella rapportering av utsläpp till luft. Modellen uppdateras regelbundet med nya underlag för flottans sammansättning, emissionsfaktorer från mätningar, bränsleförbrukning etc. Siffrorna för bränsleförbrukning och emissioner har räknats fram från samma modellversion som användes till Sveriges klimatrapportering submission 2019, fast med uppdaterade emissionsfaktorer för metan från nya EMEP/EEA Guidebook 2016 (uppdaterad maj 2017) (EMEP/EEA, 2018) (IVL, 2018). Uppdatering av arbetsmaskinernas emissionsfaktorer har inte ingått i uppdraget sedan år 2018.

Flyg

Flygtrafikens bidrag till den globala uppvärmningen i form av strålningsdrivning är ca 5 % om man tar hänsyn till effekt från kortlivade klimatföroreningar (s.k. SLCP) relaterade till flyget, även så kallade *höghöjdseffekter*. Dessa innefattar utsläpp av vattenånga, sot och andra partiklar, bildning av kondensstrimmor och flyginducerade cirrusmoln samt utsläpp av NO_X som leder till förändringar av halter av ozon och metan i atmosfären (Moldanova et. al. , 2018).

För flyget gjordes förändringar i verktygets kategorier för år 2020 efter att nya kunskaper framkommit om flygets klimatpåverkan och höghöjdsfaktorn. Kategoriseringen innebär att det för utrikesresor finns ett antal typdestinationer som får representera även alla andra destinationer som kunde förknippas med typdestinationerna i fråga om avstånd och geografi. Problemet med denna kategorisering är att utsläppen per personkilometer kan skilja sig avsevärt även mellan två mycket närliggande destinationer (från samma flygplats), då flygplanstypen och den generella beläggningen ofta är mycket viktigare faktorer än avståndet eller geografin.

IVL har haft kontakt med forskare på Chalmers[3] och en vetenskaplig artikel har publicerats på området under 2020 med särskild relevans (Lee et. al., 2020). I artikeln föreslås en generell global höghöjdsfaktor för flygresor på 1,7 som då skulle vara en sammanvägning av alla flygresor på jorden. Bedömningar utförda av Chalmers visar att den totala klimatpåverkan per personkilometer i princip är oberoende av avståndet då de lägre

[3] Jörgen Larsson, Forskarassistent, institutionen för rymd-, geo- och miljövetenskap, fysisk resursteori, Chalmers.

koldioxidutsläppen på långa resor kompenseras av att långa resor är förknippade med mer omfattande höghöjdseffekter (Kamb & Larsson, 2022). Samtidigt vet man att det är avsevärda generella skillnader mellan flygresor inom Norden, längre flygresor som till exempel till Sydeuropa och riktigt långa resor som till Asien och Nord- och Sydamerika, båda avseende bränsleförbrukningen per kilometer och höghöjdsfaktorn.

Utmaningen för verktyget är att med relativt få kategorier kunna beräkna så rättvisande totala utsläpp av koldioxid och klimatpåverkan som möjligt, samtidigt som enskilda myndigheter eller personer ska kunna känna att deras egna flygresor får en rättvisande uppskattning. Forskare på Chalmers har utvecklat ett webverktyg, kallat *Flight Emission Map*[4], som beräknar den totala klimatpåverkan från en tur- och returresa, där koldioxid, andra klimatgaser, höghöjdsfaktorn samt ett påslag på 20 % för utsläpp under bränsleframtagning har beräknats med en fast faktor per personkilometer. Denna faktor förändras över tid men för år 2023 är den uppskattad till 130 gram koldioxidekvivalenter per personkilometer (economy class)[5].

Klimatreseverktyget har idag två syften (se kapitel Syfte), dels ska det kunna beräkna både koldioxid vid bränsleanvändningen för att uppfylla kraven i Förordning (2009:907), dels kunna beräkna koldioxidekvivalenter uttryckt som GWP100 inklusive utsläpp under framtagande av bränslet då det även är ett allmänt verktyg för total klimatpåverkan från resor. Att använda den fasta faktorn från Flight Emission Map lämpar sig för det andra syftet, men kan inte användas för att uppfylla förordningens krav då den inte särskiljer på koldioxidutsläppet under flygresan och den totala klimatpåverkan uttryckt som GWP100.

Efter övervägande och diskussion med Naturvårdsverket så behölls de befintliga kategorierna med typdestinationer i Sverige i årets uppdatering 2023, men med tillägg av linjerna Stockholm-Visby och Stockholm-Umeå. De utländska typdestinationerna är följande (med emissionsfaktorn för kg CO_2/personkilometer i parentesen):

- Inrikes och Norden < 500 km (0,130)
- Inrikes och Norden > 500 km (0,130)
- Europa utanför Norden (0,095)
- Utanför Europa (0,050)

Värdena (inom parenteser) uppskattades utifrån en sammanvägd bedömning från ett antal destinationer som testats från de båda webverktygen ICAO och Flight Emission Map (ICAO, 2023) (Kamb & Larsson, 2022).

Verktyget kompletterades år 2020 med två alternativ där användaren dels kan lägga in antal personkilometrar (med GWP100 på 130 g CO2e/ personkilometer), dels kan använda Flight Emission Map direkt och mata in värdet uttryckt i kg CO2e för hela tur- och returresan. Den totala klimatpåverkan (som har annat syfte) beräknas alltså med samma kilometervärde oavsett destinationer med den fasta faktorn eller självinmatad kg-värde från

[4] www.flightemissionmap.org

[5] www.flightemissionmap.org

Flight Emission Map, medan enbart koldioxidutsläppet under själva flygresan beräknas utifrån de allmänna kategorierna och fungerar som uppskattning för att kunna möta kraven i Förordning (2009:907).

För en ambitiös användare som har tid rekommenderas emellertid fortfarande att ICAO:s verktyg[6] för flygresor används i första hand, då det bedöms ge det mest rättvisande utsläppet av koldioxid för en specifik resa, eftersom den väger in flera faktorer och genererar unika värden beroende på kombinationen av start och destination. Denna kan emellertid inte användas för att beräkna GWP100 eller inklusive utsläpp under bränsleframtagning.

Klimatpåverkan

Det finns en rad mått som används för att bedöma klimatpåverkan från emissioner. Kyoto-protokollet använde *Global Warming Potential* (GWP) med flera tidshorisonter som mått. GWP är ackumulerad strålningsdrivning av en klimatgas normaliserad med ackumulerad RF (Radiative forcing) från samma massa CO_2, båda är ackumulerade under tidshorisonten i fråga. Med tanke på det komplexa förhållandet mellan strålningsdrivning och temperatur för olika komponenter av strålningsdrivningen har GWP tidvis varit kritiserat, men den generella acceptansen av måttet och utvecklingen av konceptet gör att den är idag är brett accepterat (Moldanova et. al. , 2018).

Ett alternativt mått för klimatpåverkan är GTP[7] (H) som motsvarar effekten på temperaturen vid tidshorisonten (år H). Två olika GTP kan användas; temperaturskillnad av emissionspuls visar påverkan av ett års emission på temperatur år H i framtiden, och en annan variant där emissionen antas vara konstant mellan nu och en tidpunkt i framtiden (H). GWP används emellertid som karakterisering av klimatpåverkan av nutida emissioner inom Kyotoprotokollet (Moldanova et. al. , 2018).

I verktyget finns beräkningar av växthusgaser (CO_2e) uttryckt som GWP100, där 100 representerar antalet år som strålningsdrivningen ska ackumuleras för. Eftersom olika ämnen ger upphov till olika grad av uppvärmning måste utsläpp av olika ämnen multipliceras med en faktor för att kunna jämföras och summeras. I verktygets beräkningar används de ämnesfaktorer som anges av IPCC, Assessment Report 5 (AR5), nämligen 1 för koldioxid, 28 för metan och 264 för lustgas (IPCC, 2023).

Utsläppen som sker under framtagande av bränslet och utsläppen som sker under transporten för alla tre klimatgaserna, multipliceras med sin respektive faktor för att sedan summeras till ett totalt GWP100- värde per transportkategori.

[6] https://www.icao.int/ENVIRONMENTAL-PROTECTION/CarbonOffset/Pages/default.aspx

[7] GTP = Global Temperature Potential.

Rekommendationer

De uppdateringar som har gjorts bedöms som tillräckliga för att verktyget ska hålla en generellt god kvalitet för att användas för beräkning av 2023 års utsläpp.

SMED avstår från att ge särskilda rekommendationer för verktygets förbättring och utveckling eftersom Förordningen (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter genomgår en översyn. SMED avser att återkomma med förslag på hur verktyget kan utvecklas när den nya förordningen är beslutad.

Referenser

Briñas, O. L. (2023). Hållbarhetsstrateg - Drivmedel och Energi. (T. Wisell, Intervjuare)

Cooper, D., & Gustafsson, T. (2004). *Methodology for calculating emissions from ships: 1. Update of emission factors.* SMHI.

Destination Gotland. (2020). *Statistik*. Hämtat från Destination Gotland.

Direct Ferries. (2018). Hämtat från www.directferries.se

EMEP/EEA. (2018). EMEP/EEA Guidebook .

Energimyndigheten. (2018). *Drivmedel 2017 redovisning av uppgifter enligt drivmedelslagen och hållbarhetslagen. ER 2018:17, Energimyndigheten.* Energimyndigheten.

Energimyndigheten. (den 15 09 2023). *Drivmedel 2021, ER 2023:19.* Energimyndigheten.

Engstrand, O. (2023). Verksamhetsutvecklare Ledningssystem SJ. (T. Wisell, Intervjuare)

EU. (2009). 2009/28/EG .

EU. (2018). 2018/2001: Direktiv om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor. Hämtat från https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive

European Committee For Standardization . (2012). En 16258:2012.

European Committee for Standardization. (2012). *EN 16258:2012 Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers), Brussels: European Committee for Standardization (CEN).*

Fakta om fartyg. (2018). Hämtat från www.faktaomfartyg.se

Flygbussarna. (2019). Pressjouren. (T. Wisell, Intervjuare)

ForSea. (2018). Hämtat från https://www.forsea.se/

Förordning (2009:907). (2009). Förordning (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter.

GaBi-Modellen. (u.d.). GaBi-Modellen.

Gotlandsbolaget. (2020). *Årsredovisning 2019.* Gotlandsbolaget.

Gröna bilister. (u.d.). Hämtat från http://www.gronabilister.se/

ICAO. (2023). *ICAO Carbon Emissions Calculator*. Hämtat från https://www.icao.int/ENVIRONMENTAL-PROTECTION/CarbonOffset/Pages/default.aspx

INFRAS. (2022). HBEFA-modellen.

IPCC. (2023). *IPCC, Assessment Report 5.* IPCC.

IVL . (2021). *Emissionsfaktor för nordisk elmix med hänsyn till import och export.* IVL SMED.

IVL. (2018). Arbetsmaskinmodellen.

JRC. (2014). *Edwards R et al. (2014) Well-to-wheels Report Version 4.a JEC Well-to-wheels analysis (JRC).*

Kamb, A., & Larsson, J. (2018). *Klimatpåverkan från svenska befolkningens flygresor 1990 – 2017* .

Kamb, A., & Larsson, J. (2020). Semestern och klimatet: Chalmers.

Lee et. al., D. (2020). The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. *Atmospheric Environment*, 64.

Marine Traffic. (2018). Hämtat från www.marinetraffic.com

Melkersson, I. (10 2020). Vikarierande Hållbarhetsansvarig. (T. Wisell, Intervjuare)

Miljöfaktaboken. (2011). *Miljöfaktaboken.*

Moldanova et. al. , J. (2018). *Sammanställning av flygets klimatpåverkan och möjlighet till minskning av dessa - alternativa flygrutter för minskade höghöjdseffekter och biobränslen. IVL-rapport B2305.* IVL.

Naturvårdsverket. (2015). Schablonmall utsläpp av koldioxid – Naturvårdsverket, 2015.

Naturvårdsverket. (den 23 10 2021). *En översyn av förordningen (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter, NV-02142-20.* Naturvårdsverket.

Nord Pool. (2018). Hämtat från https://www.nordpoolgroup.com/

Pettersson, D. (2023). Miljö- och hållbarhetskoordinator, Västtrafik. (T. Wisell, Intervjuare)

SCB. (2023). *https://www.scb.se/pressmeddelande/prisstegringen-pa-kaffe-stannar-av/* . Hämtat från https://www.scb.se/pressmeddelande/prisstegringen-pa-kaffe-stannar-av/

SJ. (2018). Om Tåginformation, Ingela Melkersson.

SLL. (2022). *Trafikförvaltningens hållbarhetsredovisning 2022.*

SLL. (den 14 09 2023). Excelblad från Johan Bölin.

SPBI. (2019). Hämtat från https://spbi.se/

Svensk Kollektivtrafik. (10 2023). *FRIDA-databasen*. Hämtat från www.frida.port.se

Svenska Taxiförbundet. (2023). *Branschläget 2023.* Svenska Taxiförbundet.

Taxi Stockholm AB. (2023). Vladimir Radojcic,Inköp & avtal, Taxi Stockholm .

Trafikanalys. (2017). Sjötrafik 2018.

Trafikanalys. (2018). *Vad vet vi om taxi.*

Trafikanalys. (2021). Sjötrafik 2020.

Trafikanalys. (2023). Regional linjetrafik 2021, Flik T2a buss.

Transportstyrelsen. (2017). *Prissättning prisinfo taxiresor.pdf.*

Transportstyrelsen. (2022). *Undersökning om prissättning och prisinformation vid taxiresor. Uppföljande mätning, september 2022.*

Åkerlund, M. (2021). Transportstyrelsen. (T. Wisell, Intervjuare)

Östgötatrafiken. (2023). Skagerström, Eva, Miljö- och samhällsstrateg.